

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :  
(A utiliser que pour  
le classement et les  
commandes de reproduction.)

2.067.572

(21) N° d'enregistrement national :  
(A utiliser pour les paixments d'annuités,  
les demandes de copies officielles et toutes  
autres correspondances avec l'I.N.P.I.)

69.38460

## (15) BREVET D'INVENTION

PRÉMIÈRE ET UNIQUE  
PUBLICATION

(22) Date de dépôt..... 7 novembre 1969, à 16 h 16 mn.  
Date de la décision de délivrance..... 26 juillet 1971.  
Publication de la délivrance..... B.O.P.I. —«Listes» n. 33 du 20-8-1971.

(51) Classification internationale (Int. Cl.) .. G 01 n 27/00//A 61 m 1/00.

(71) Déposant : Association dite : ASSOCIATION POUR L'UTILISATION DU REIN ARTIFI-  
CIEL, dans la région Parisienne A.U.R.A, résidant en France.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Alain Casalonga, 8, avenue Percier, Paris (8).

(54) Procédé de détection de gaz dans un liquide conducteur et appareil pour sa mise en  
œuvre.

(72) Invention de : Antoine Augustin.

(33) (32) (31) Priorité conventionnelle :

La présente invention concerne un procédé permettant de détecter la présence d'un volume de gaz dans un liquide conducteur s'écoulant dans un tube en matière isolante et un dispositif électronique pour sa mise en oeuvre permettant en outre de déclencher une alarme lorsqu'un certain volume de gaz est 5 détecté.

Il est connu d'utiliser des dispositifs de détection de bulles d'air dans un liquide opaque en utilisant les variations d'opacité au passage de la bulle d'air. Ces procédés optiques ont l'inconvénient de ne pas détecter la présence de mousse dans le tube et, d'autre part, d'être sensibles à la présence de poussières dans l'air ambiant. Il est également connu, par exemple pour mesurer des niveaux de liquides, d'utiliser des dispositifs électriques ou mécaniques dont le capteur est une sonde introduite à l'intérieur du tube, ce qui présente l'inconvénient de rendre obligatoire l'incision du tube. On réalise pour ces dispositifs une insensibilité partielle aux parasites au moyen 15 de blindages.

Le procédé et le dispositif suivant l'invention permettent d'éviter ces inconvénients spécialement dans le cas de la détection des bulles d'air ou de mousse dans les circuits sanguins extra-corporels utilisés en chirurgie et dans les organes artificiels. Dans ce cas, une fiabilité totale est indispensable, la présence d'air dans le sang occasionnant aussitôt la mort du patient: en d'autres termes, la présence de gaz dans le circuit extra-corporel doit entraîner l'alarme immédiate. D'autre part, les parasites ne doivent en aucun cas occasionner de fausses alarmes continues.

Dans le procédé selon l'invention, la détection se fait proportionnellement au volume de gaz présent dans le tube par rapport au volume du liquide conducteur, ce qui permet la détection des mousses en même temps que celle des bulles de gaz. Le dispositif suivant l'invention permet d'effectuer cette détection sans avoir besoin d'inciser le tube ni d'y introduire quoi que ce soit. D'autre part, dans le dispositif, objet de l'invention, on réalise une insensibilité totale aux parasites sans faire appel au blindage du dispositif et du tube. Le dispositif selon l'invention est, de plus, insensible à "l'effet de main": le liquide étant conducteur, un courant peut passer de celui-ci à la terre lorsqu'une personne approche la main du tube dans lequel s'écoule ce liquide : c'est ce que l'on exprime par "Effet de main".

Le procédé selon l'invention consiste à détecter les variations de résistance électrique de l'écoulement d'un liquide conducteur dans un tube dues au passage dans le tube d'un certain volume de gaz. Le dispositif cité à l'invention, mettant en oeuvre ce procédé, comporte deux électrodes placées être à côté le long de la surface externe du tube isolant, distantes de quelques millimètres et entourant ce tube partiellement. Un générateur de courant

COPY

BAD ORIGINAL

à haute fréquence est relié à l'une de ces électrodes. Ce courant à haute fréquence est capable de passer de cette électrode à travers le tube isolant dans le liquide conducteur, puis de celui-ci il peut revenir à la terre par l'intermédiaire de la deuxième électrode.

5 Lorsque seul le liquide conducteur se trouve dans la partie du tube comprise entre les deux électrodes, ce liquide est le siège d'une tension alternative à haute fréquence ; lorsqu'un certain volume de gaz passe entre les deux électrodes, la résistance ohmique et l'impédance augmentent, ce qui provoque une chute de tension ; les parasites créent, au contraire, une augmentation 10 de la tension.

La tension alternative à haute fréquence ainsi modulée en amplitude par les parasites et le gaz passant dans le tube, est ensuite détectée par un amplificateur branché en dérivation sur le circuit formé par les deux électrodes et le générateur à haute fréquence.

15 La tension alternative ainsi amplifiée est alors redressée, puis introduite dans un détecteur de seuil ; ce dernier est polarisé de façon à avoir un hystérésis minimum et à n'être sensible qu'à une chute de tension. Seul le passage du volume de gaz est donc détecté à l'exclusion de toute augmentation de tension due aux parasites. Un relais déclenchant une alarme est ensuite 20 connecté au détecteur de seuil.

Les dessins annexés illustrent, à titre d'exemple et sans aucune limitation, un mode de réalisation du dispositif conforme à la présente invention dans son application à la détection d'air dans un circuit sanguin extra-corporal.

25 - La fig. 1 représente le schéma de montage du circuit électronique ;  
- la fig. 2 représente le schéma fonctionnel du dispositif conforme à la présente invention ;  
- la fig. 3 est un schéma mettant en évidence les tensions en fonction du temps en différents points du circuit selon la fig. 1 ;  
30 - la fig. 4 est une vue en perspective du boîtier dans lequel se trouvent les électrodes.

Tel qu'il est représenté sur la fig. 2, le schéma fonctionnel du dispositif conforme à l'invention comporte un générateur à haute fréquence constitué par un multivibrateur astable 1, deux électrodes 2 et 3 placées côte à côte le long du tube 4 dans lequel circule le sang ; les deux électrodes sont séparées par un espace 5 de quelques millimètres de largeur. La tension alternative à haute fréquence créée par le multivibrateur astable 1 et modulée en amplitude par le passage dans le tube 4 d'un volume d'air, ou par la présence de parasites, est tout d'abord amplifiée par l'amplificateur 6, puis redressée par le redresseur 7 ; les chutes de tension dues au passage dans le

COPY

BAD ORIGINAL

tube 4 de bulles d'air ou de mousse sont détectées par une bascule de Schmidt 8 faisant office de détecteur de seuil. La tension détectée est amplifiée par l'amplificateur 9, puis envoyée à travers trois bobines de self-induction d'arrêt 10 au boîtier d'alimentation et d'alarme 11 relié d'autre part à la pompe 5 de circulation du sang non représentée.

Sur la fig. 1, on voit apparaître les éléments constitutifs du dispositif déjà représentés sur la fig. 2. Ces différents éléments sont réalisés à partir de composants électroniques et de deux circuits intégrés. Les amplificateurs A, B, C et D sont des portes NON-ET en logique tout transistor et composent le premier circuit intégré, par exemple du type FHH 141 A ; la bascule de Schmidt en logique diode-transistor compose le deuxième circuit intégré, par exemple du type FCL 101. Ces deux circuits intégrés sont alimentés sous une tension constante de 5 volts à travers une bobine de self-induction 12 de 10 millihenrys. Les connexions reliées à la terre le sont par l'intermédiaire 15 d'une deuxième bobine de self-induction 13 également de 10 millihenrys.

Le multivibrateur astable 1 est constitué par les deux portes NON-ET A et B montées symétriquement au moyen de deux condensateurs 15 de 22 picofarads chacun et de deux résistances 16 de 1800 ohms chacune. La première sortie du multivibrateur astable est reliée à l'électrode 2, la seconde sortie à 20 l'électrode 3 par l'intermédiaire d'un condensateur ajustable 17 pouvant varier de 0,5 à 10 picofarads. L'amplificateur 6 est constitué par la porte NON-ET C polarisée par la résistance 18 de 2700 ohms placée en dérivation et reliée à la terre par l'intermédiaire de la résistance 19 de 1800 ohms.

Le redresseur 7 est couplé à l'amplificateur 6 au moyen du condensateur 20 de 3,3 nanofarads. Le redresseur 7 est constitué par trois diodes 21, 22 et 23, par exemple du type OA 95, la diode 23 étant reliée à la terre. Les diodes 21 et 22, placées en série, redressent les oscillations à haute fréquence et délivrent à la sortie du redresseur un signal transformé dont la valeur moyenne n'est plus nulle.

La tension obtenue apparaît alors aux bornes du condensateur 24 de 3,3 nanofarads relié d'autre part à la terre. Cette tension pénètre dans la bascule de Schmidt 8 fonctionnant en détecteur de seuil et convenablement polarisée au moyen de la résistance 25 de 10 ohms de façon que son hystérésis soit minimum. La bascule de Schmidt est telle qu'elle ne détecte que la chute 35 de tension due au passage d'un volume d'air dans le tube. De par sa constitution même, le dispositif est donc totalement insensible aux parasites.

L'amplificateur de puissance 9 constitué par la porte NON-ET D permet de réaliser une liaison par câble de grande longueur vers le boîtier d'alimentation et d'alarme. Cette porte NON-ET a de plus un effet d'inversion sur la

COPY

tension.

La bobine de self-induction 26 de 10 millihenrys, placée en série à la sortie de l'amplificateur 9, permet d'assurer, en collaboration avec les deux bobines 12 et 13, une isolation complète du dispositif en ce qui concerne 5 les courants de haute fréquence, c'est-à-dire une insensibilité totale à "l'effet de main".

Les fils de terre au potentiel 0 et d'alimentation au potentiel + 5 volts, sont de plus reliés, en ce qui concerne la haute fréquence, au moyen du condensateur 14 de 4,7 nanofarads.

10 Le boîtier d'alarme 11 est constitué par un thyristor 27 dont la gâchette de cathode est reliée, par l'intermédiaire de la résistance 28 de 220 ohms, en série avec la bobine d'induction 26. La tension positive appliquée sur la gâchette de cathode permet d'amorcer le thyristor. La cathode du thyristor est reliée à la terre, alors que l'anode est reliée à un relais 29, lui-même 15 connecté à l'alimentation au potentiel + 5 volts.

20 Lorsque le thyristor est amorcé, le relais est collé ; ce relais est connecté à la pompe de circulation du sang non représentée et permet ainsi d'arrêter la circulation extra-corporelle dès la détection de la présence d'une importante bulle d'air ou de mousse dans ce circuit. Le relais 29 actionne 25 d'autre part dans sa position collée un dispositif d'alarme sonore non représenté.

En appuyant sur le bouton-poussoir 30, l'opérateur peut désamorcer le thyristor 27, une fois que l'alarme a été constatée et la cause de la présence d'air éliminée et remettre ainsi en marche tout le dispositif.

25 Les courbes de la fig. 3 mettent en évidence les différentes tensions qui apparaissent en différents points du schéma selon les fig. 1 et 2. La courbe I de la fig. 3 représente la tension alternative à haute fréquence qui apparaît à la sortie de l'amplificateur à haute fréquence 6. On a mis en évidence sur cette courbe, à titre d'exemple, la présence d'un certain nombre 30 de parasites augmentant l'amplitude des oscillations et le passage d'une bulle d'air dans le circuit sanguin provoquant une chute de tension.

La courbe II représente la tension obtenue à la sortie du redresseur 7.

35 La courbe III représente la tension à la sortie de la bascule de Schmidt 8. La bascule de Schmidt possédant un certain hystérésis, se déclenche dès que la tension a atteint le point E du diagramme II et revient à sa position première lorsque la tension atteint le point F du diagramme II. L'absence de bulle se traduit par une tension continue de + 5 volts environ, alors que la présence d'une bulle se traduit par une tension nulle.

40 La courbe IV représente la tension à la sortie de l'amplificateur 9.

COPY

La tension a été inversée et la présence d'une bulle se traduit par une tension de + 5 volts, alors que l'absence de bulle se traduit par une tension nulle. Cette tension positive permet d'actionner le thyristor par l'intermédiaire de sa gâchette de cathode.

5 La courbe V montre que l'absence de bulle correspond à la position du relais décollé (d), alors que l'apparition d'une bulle correspond à la position du relais collé (c), c'est-à-dire à l'arrêt de la pompe de circulation. Pour décoller le relais, il faut agir manuellement sur le bouton-poussoir.

10 Sur la fig. 4 se trouve représenté le boîtier comprenant les électrodes 2 et 3. Ce boîtier est réalisé dans un bloc isolant en matière plastique dans lequel se trouvent également tous les composants électroniques ; le boîtier d'alarme et d'alimentation est relié au précédent par l'intermédiaire d'un câble à trois fils. Le tube dans lequel circule le sang est logé dans une gorge du bloc isolant et maintenu dans cette position au moyen d'un couvercle également muni d'une gorge et venant se refermer sur le tube.

15 Le dispositif selon l'invention peut être utilisé dans tous les cas où l'on veut détecter, avec une fiabilité absolue au moyen d'un dispositif simple et peu coûteux, la présence de gaz dans un liquide conducteur s'écoulant dans un tuyau isolant. Le dispositif peut notamment être utilisé dans le cas des circuits sanguins extra-corporels utilisés en chirurgie et dans les organes artificiels, en particulier dans le rein artificiel. En effet, les séances de traitement des malades ayant une insuffisance rénale chronique au moyen du rein artificiel ayant une durée de dix heures environ, il est impossible d'exercer une surveillance visuelle continue du circuit sanguin. Le dispositif suivant l'invention permet, dès l'arrivée d'une bulle d'air d'une certaine importance, de déclencher l'alarme et d'arrêter la pompe de circulation de sang.

20 Dans une autre application, le dispositif selon l'invention est utilisé pour détecter une baisse de niveau anormale dans un piège à bulles disposé dans un circuit sanguin extra-corporel juste avant la rentrée du sang dans l'organisme. Ce piège à bulles est en général constitué par un tube de matière plastique isolante de quelques centimètres de diamètre et d'une dizaine de centimètres de haut placé verticalement. Le sang pénètre à la partie supérieure de ce tube et s'échappe par la partie inférieure, ce qui permet d'obtenir un sang exempt de bulle d'air.

25 Lors d'une opération assez longue, les petites bulles d'air dues à la pompe de circulation s'accumulent dans le piège à bulles et risquent à la fin de le vider complètement, ce qui serait extrêmement dangereux pour le malade. Une surveillance continue du piège à bulles est difficile à assurer : et une mesure de niveau optique présente entre autres inconvénients celui de

69 38460

2067572

ne pas détecter la mousse.

Pour obtenir une sécurité totale d'un tel circuit sanguin extra-corporel, on disposera donc, en aval du piège à bulles, un premier dispositif selon l'invention permettant de détecter les bulles d'une certaine importance qui correspondent toujours à un accident dans le circuit extra-corporel et dont la présence doit immédiatement déclencher une alarme. Des chapelets de bulles extrêmement petites, provoqués par la pompe de circulation, ne sont pas détectées par ce premier appareil et viennent s'accumuler dans le piège à bulles : ces bulles ne correspondent pas à un fonctionnement anormal du circuit extra-corporel et ne nécessitent pas une alarme immédiate. Un deuxième dispositif selon l'invention est placé le long du piège à bulles et permet de déclencher l'alarme dès que le niveau de sang dans ce piège atteint une certaine limite.

COPY

REVENDICATIONS

1. Dispositif électronique insensible aux parasites permettant de détecter la présence d'un volume de gaz dans un tube isolant où s'écoule un liquide conducteur sans qu'il soit nécessaire de sectionner le tube ou d'y introduire quoi que ce soit, caractérisé par le fait qu'il comporte en combinaison : un générateur à haute fréquence créant une tension alternative dans un circuit constitué par deux électrodes placées côte à côte mais légèrement écartées l'une de l'autre le long de la surface externe du tube isolant et l'entourant partiellement, ce circuit étant fermé par la portion de liquide s'écoulant entre les deux électrodes ; un amplificateur branché en dérivation sur le circuit précédent amplifiant les chutes de tension dues à l'augmentation d'impédance lors du passage d'un volume de gaz dans le tube ainsi que les augmentations accidentelles de tension dues aux parasites ; un redresseur relié, d'une part, à l'amplificateur précédent et, d'autre part, à un détecteur de seuil réglé pour actionner uniquement, lors d'une chute de tension, un relais mettant en marche un dispositif d'alarme.
2. Dispositif électronique selon la revendication 1, caractérisé par le fait qu'il comporte trois bobines de self-induction d'arrêt placées en série respectivement sur le fil à la masse, le fil d'alimentation et le fil à potentiel variable issu du détecteur de seuil, lesdites bobines réalisant une isolation complète du dispositif en ce qui concerne les courants à haute fréquence.
3. Dispositif électronique selon la revendication 1 ou 2, caractérisé par le fait qu'il comporte un condensateur ajustable par l'intermédiaire duquel une des sorties du générateur à haute fréquence est reliée à une des électrodes pendant que l'autre sortie est reliée à l'autre électrode, ce condensateur permettant un réglage de la tension détectée et par là un ajustage de la sensibilité de détection.
4. Procédé de détection de gaz dans un tube isolant où s'écoule un liquide conducteur, caractérisé par le fait qu'il consiste à détecter les variations de résistance électrique dues au passage du gaz dans le tube.
5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé par le fait qu'il est appliqué à la détection d'air dans un circuit sanguin extra-corporel utilisé en chirurgie et dans les organes artificiels.

COPY

69 38460

PL.I-2

2067572

FIG. 1

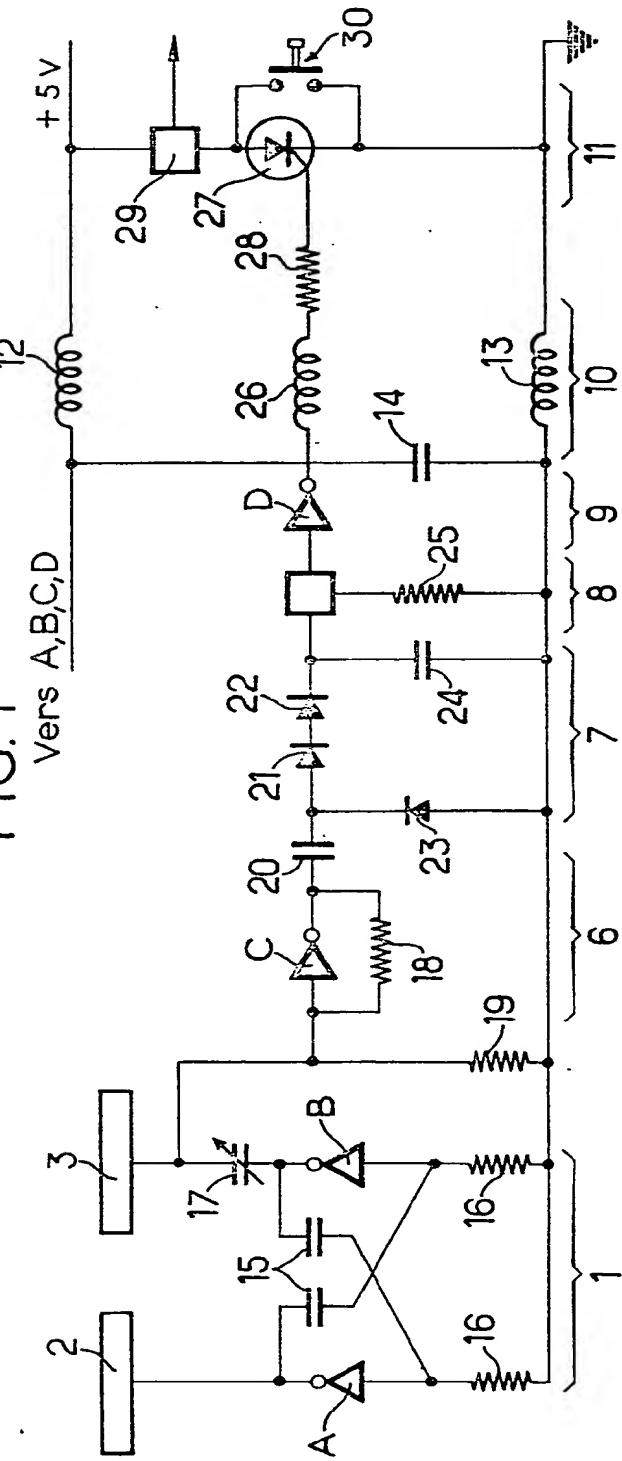
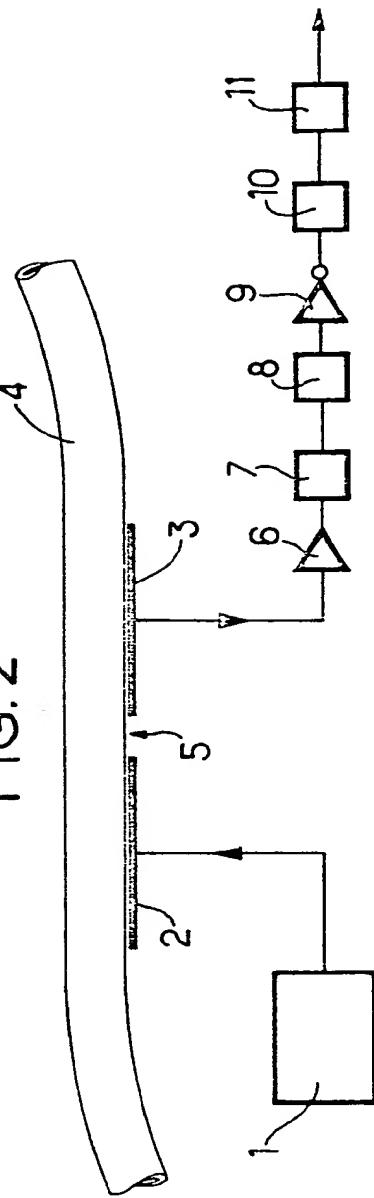


FIG. 2



COPY

69 38460

PL. II-2

2067572

FIG. 3

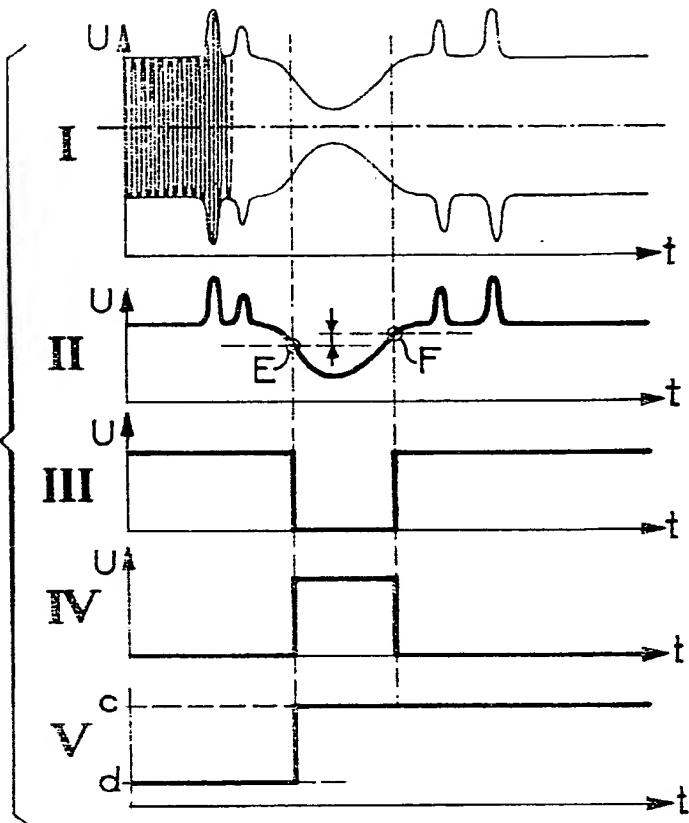
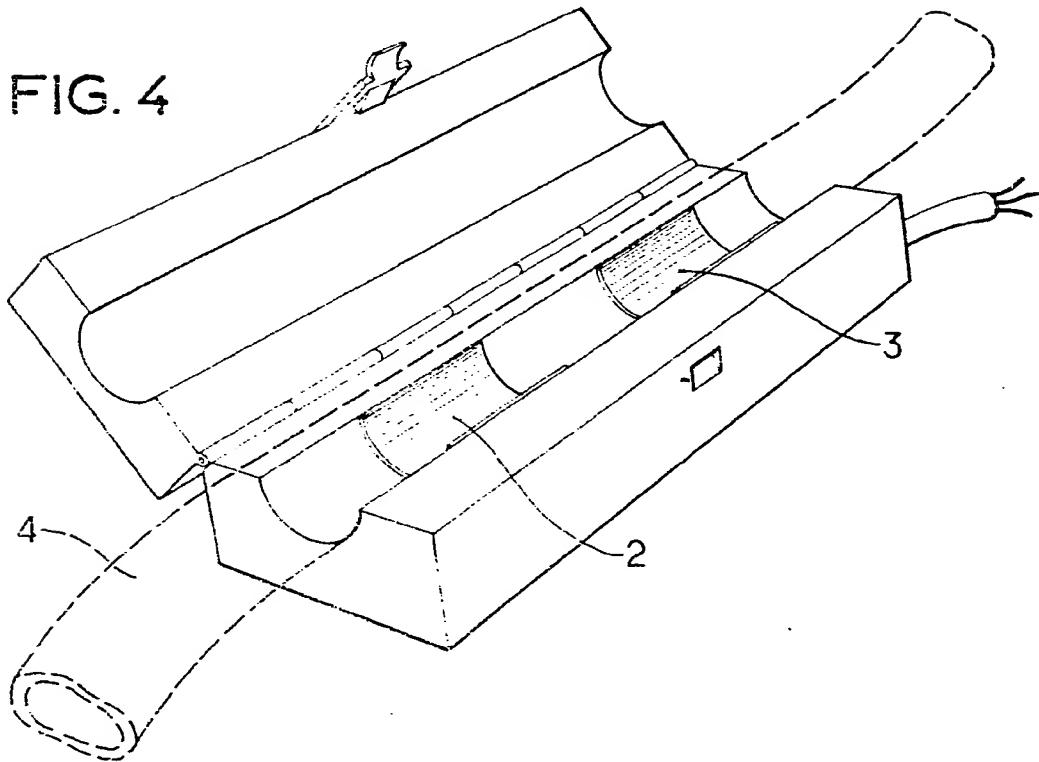


FIG. 4



COPY